

# รูปแบบการแตกกอ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายภาพของลำต้นและรวงข้าว เพาะปลูกแบบปักดำในฤดูนาปีด้วยข้าว *Oryza japonica* L. และ *Oryza indica* L. The Rice Tillering Pattern Morphology and Physical Traits of Culm, Tillers and Panicle of *Oryza japonica* L. and *Oryza indica* L. Transplanting in Wet Season

เกรียงศักดิ์ ไพวรวรรณ

Kriangsak Praiswan

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานการแตกกอ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าว ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางกายภาพที่สำคัญของลำต้นและรวงข้าว เพาะปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ ดำเนินการทดลองที่ตำบลฆามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนมิถุนายน 2550 ถึง มกราคม 2551 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design ; CRD) ทำ 3 ซ้ำ ดำรับการทดลองคือ พันธุ์ข้าว 9 สายพันธุ์ ประกอบด้วยข้าว *Oryza japonica* L. 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Koganebare, Koshihigare, Surugamochi และ Akitatomachi และข้าว *O. indica* L. 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กข 6, 7, 23, 25 และขาวดอกมะลิ 105 ผลการวิจัยพบว่า

ข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์ มีความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งข้อที่เกิดแขนงใหม่กับตำแหน่งใบในแขนงเดียวกันเป็นแบบ **Synchronization** รูปทรงพุ่มข้าวแต่ละกอ ข้าว *O. japonica* L. มีทรงพุ่มแบบทรงกลม รูปทรงกอข้าวที่ระยะออกทรงเป็นรูปทรงกระบอก แผ่นใบสั้นและแคบ แผ่นใบชูตั้งชันข้างบนและทำมุมแหลมกับลำต้น อายุใบข้าวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ตามปกติเฉลี่ย 15-30 วัน ข้าว *O. indica* L. มีทรงพุ่มแบบวงรี มีความกว้างของวงรีโดยเฉลี่ย 2/3 ของความยาว รูปทรงกอข้าวที่ระยะออกทรงเป็นรูปทรงพัดพับคี่ออกจากแนวตั้ง 50-60 องศา แผ่นใบยาวและกว้าง ปลายแผ่นใบกึ่งตัวลงข้างล่าง แผ่นใบทำมุมปานกับลำต้น อายุใบข้าวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ตามปกติเฉลี่ย 12-25 วัน **ประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าว** ข้าว *O. japonica* L. มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าวสูงกว่าข้าว *O. indica* L. **ลำต้นของข้าวกลุ่มข้อปล้องไม่ยึดตัว** ที่ส่วนโคนของแต่ละแขนงมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าว **รูปทรงของกาบใบข้าว** มีบทบาทสำคัญต่อการจัดรูปทรงกอข้าว **การหักล้มของต้นข้าวที่ระยะออกทรงถึงเก็บเกี่ยว** ขึ้นกับความแข็งแรงของกลุ่มปล้องยึดตัวตั้งแต่ส่วนโคนต้นถึงกลางลำต้นของแขนงนั้น **รวงข้าว** เป็นส่วนของลำต้นที่ทำหน้าที่ชูช่อดอกข้าว ข้อปล้องของรวงไม่มีกาบใบและแผ่นใบ **ความแข็งแรงของรวงข้าว** สามารถรับน้ำหนักเมล็ดข้าวสุกแก่ได้ไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อรวง และต้านแรงลมที่มีความเร็วลมได้ถึง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

**คำสำคัญ :** การแตกกอ ทรงพุ่มของกอข้าว ประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าว ลำต้น รวงข้าว *O. japonica* L., *O. indica* L.



## ABSTRACT

This research aimed to study basic patterns of rice tillering for the efficiency and effectiveness as well as significant morphological and physical traits of culms and panicles. The experimental was conducted in Tambon Kham Rieng, Kantarawichai District, Maha Sarakham during June 2007 – January 2008. The experiment was designed with completely randomized design (CRD) of 3 replication. The treatments used in this study were 9 rice varieties consisting of 4 varieties of *Oryza japonica* L, namely Koganebare, Koshihigare, Surugamochi and Akitatomachi; and 5 varieties of *O. indica* L.: RD 6, RD 7, RD23, RD 25, and KDML 105. Findings of the study reveal the following:

Regarding **patterns**, all the 9 rice varieties show a correlation between node position of new tillers and position of leaves on the same tiller which is known as **synchronization pattern**. In terms of **plant canopy or plant type**, the *O. japonica* L. varieties have **round- shaped canopy**, and **cylindrical shape** at panicle emergence stage, short narrow vertical leaf blades in acute angle with stems, and the age of photosynthetic leaves is usually 15 - 30 days in average; while the *O. indica* L. varieties have **oval-shaped canopy** and the width of the shape is 2/3 of the length. They have **V- shaped canopy** of 50-60 degrees at panicle emergence stage and long wide leaf blades with dropping tips, making obtuse angle with stems, and the age of photosynthetic leaves is usually 12 -25 days. Regarding **the efficiency and effectiveness of tillering**, the *O. japonica* L. varieties have a higher rate of tillering than that of the *O. indica* L. Considering the stems of **the rice varieties with unelongated internode**, the base of each tiller accounts significantly for the efficiency and effectiveness of tillering. The **shape of leaf sheath** is significant in canopy formation. **Stem lodging** during panicle emergence and harvest stage depends on the strength of the elongated internodes from the base to the middle part of each tiller. Regarding **panicle**, this is part of the rice stem holding the rice inflorescence and its node has no leaf sheaths and blades. The **strength of each panicle** can bear at least 300 g. of matured grains and resist winds of 50 kilometer per hour.

**Keywords** : Tillering, Rice Canopy, Efficiency and Effectiveness of Tillering, Rice Stems, Panicles., *O. japonica* L., *O. indica* L.

## บทนำ

การเสาะแสวงหาองค์ความรู้ แนวทาง วิธีการและโอกาสในการดำเนินการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือก ถือเป็นมิติใหญ่มิติหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจและความใส่ใจจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดทั้งนักวิชาการและเกษตรกร ปัจจุบันยังได้รับความสนใจและความเอาใจใส่มากยิ่งขึ้น เพราะผลกระทบที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงของโลกได้เพิ่มมูลค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศต่างๆ ได้ปรับเปลี่ยนลดพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารหลักลงให้มีผลผลิตเพียงพอสำหรับการบริโภคภายในประเทศเท่านั้น และนำพื้นที่ที่เหลือไปเพาะปลูกพืชน้ำมันที่มีมูลค่าผลตอบแทนสูงกว่า จนกระทั่งเกิด

วิกฤตขาดแคลนผลผลิตพืชอาหารหลัก ได้แก่ ข้าวและข้าวสาลี จึงจำเป็นต้องหาวิธีการเพิ่มปริมาณผลผลิตพืชอาหารหลักให้เพียงพอับความต้องการเพื่อลดภาวะขาดแคลนอาหารของประชากรโลกโดยเฉพาะประเทศที่มีฐานะทางเศรษฐกิจอ่อนแอได้รับผลกระทบรุนแรงมาก (FAO, 2007)

การเพิ่มผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกจำเป็นต้องเสาะแสวงหาแนวทางเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของข้าว ประกอบด้วย **จำนวนรวงข้าว**ต่อกอหรือต่อหน่วยพื้นที่ **จำนวนเมล็ดต่อรวง** **เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี** และ**น้ำหนัก 1,000 เมล็ด** (Matsushima, 1980 and Yoshida, 1981) องค์ประกอบผลผลิตที่สามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว



ด้วยวิธีการบริหารจัดการที่ไม่ยุ่งยากมากนัก คือ การเพิ่มจำนวนรวงต่อพื้นที่เพาะปลูกโดยการเพิ่มอัตราปลูก การเพาะปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงในนาหว่านข้าวแห้งหรือนาหว่านข้าววงอก ทำโดยเพิ่มอัตราหว่านเมล็ดต่อไร่ การเพาะปลูกแบบปักดำเพิ่มอัตราปลูกด้วยการลดระยะปลูกลง (ปลูกถี่ขึ้น) และเพิ่มจำนวนต้นต่อจัมมากขึ้น การเพิ่มอัตราปลูกสามารถเพิ่มผลผลิตได้ที่ระดับหนึ่งเท่านั้น ถ้าเพิ่มเกินอัตราที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตข้าวลดลงทั้งปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากต้นข้าวหักล้มมากขึ้น การระบาดของโรคและแมลงรุนแรงขึ้น **แนวทางการเพิ่มปริมาณผลผลิตโดยที่เมล็ดข้าวยังคงมีคุณภาพสูงด้วย** ควรได้พิจารณาคัดเลือกชนิด ขนาด ปริมาณและคุณภาพของเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในกระบวนการเพาะปลูก **ให้เพิ่มองค์ประกอบผลผลิตทั้ง 4 ประการได้อย่างสมดุลตามศักยภาพทางพันธุกรรมของข้าวสายพันธุ์นั้น**

ช่วงระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา เกษตรกรไทยได้เปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกจากการปักดำเป็นการเพาะปลูกด้วยเมล็ดข้าวโดยตรงโดยการทำนาหว่านเมล็ดข้าวแห้งหรือเมล็ดข้าววงอก เพราะการทำนาดำมีหลายขั้นตอน แรงงานในครอบครัวลดลง การลงทุนสูงขึ้น ผลของการทำนาหว่านด้วยเมล็ดข้าวโดยตรงอย่างต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ปรากฏอย่างชัดเจนว่า ความคุ้มค่าพืชได้ยาก มีวัชพืชระบาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งชนิดและปริมาณ ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยต่ำ (กรมการข้าว, 2550) แนวโน้มในปัจจุบันเกษตรกรได้เปลี่ยนแปลงการใช้เครื่องทุ่นแรงในการเพาะปลูกข้าว จากเดิมใช้รถไถเดินตามเป็นรถไถสี่ล้อ การเก็บเกี่ยวจากใช้เคียวเกี่ยวข้าวด้วยแรงคนและนวดแยกเมล็ดออกจากรวงด้วยเครื่องนวดเป็นเครื่องเก็บเกี่ยวและนวดพร้อมกันในคราวเดียว แปลงนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย เกษตรกรนิยมจัดรูปแปลงนาใหม่ให้มีขนาดแปลงนาใหญ่ขึ้น ปรับระดับพื้นดินตลอดทั้งแปลงค่อนข้างสม่ำเสมอ มีการจัดรูปแปลงนามากขึ้นในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ซึ่งมีพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และยโสธร เป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่สำคัญของไทย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ลักษณะพื้นฐานการแตกกอ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การสร้างแขนงในกอข้าว ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางกายภาพที่สำคัญของลำต้นและรวงข้าว ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการเพิ่มผลผลิตข้าว การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เทคโนโลยีตามมาตรฐานที่ใช้ในการดำเนินการเพาะปลูกข้าวในปัจจุบันของไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตข้าวต่อไป

## วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการทดลองเพาะปลูกข้าวที่ ตำบล ขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ในระหว่างเดือนมิถุนายน 2550 ถึง มกราคม 2551 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design ; CRD) ทำ 3 ซ้ำ ดำเนินการทดลอง คือ พันธุ์ข้าว 9 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ข้าว *Oryza japonica* L. สายพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศจังหวัดมหาสารคามได้ดี ไม่ไวต่อช่วงแสงจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Koganebare (Kog.), Koshihigari (Kos.), Surugamochi(Sur.) และ Akitatomachi(Aki.) และข้าว *O. indica* L. สายพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทดลอง 2 ลักษณะ ประกอบด้วย สายพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กข (RD) 7, 23 และ 25 และสายพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงมีความยาววันวิกฤตโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมง 15 นาที 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กข 6 และข้าวดอกมะลิ 105 (KDML 105) เป็นสายพันธุ์ที่เกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพาะปลูกทั้งในพื้นที่เขตนาชลประทานและน่าน้ำฝน

การทดลองนี้ได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวอย่างละเอียด เพื่อให้ข้าวที่ปลูกทดลองสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ตามศักยภาพทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เพาะปลูก จึงดำเนินการทดลองเพาะปลูกข้าวในกระบะปูนซีเมนต์รูปทรงกระบอกด้านล่างปิดกั้นที่บป้องกันการรั่วซึมของน้ำ เป็นกระบะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร แต่ละกระบะบรรจุดินแห้งหนัก 300 กิโลกรัม ดินมีเนื้อดินร่วนทราย (Silt loam) ก่อนเพาะปลูกข้าว 20 วันได้ขังน้ำท่วมดินไว้ 20 วันเพื่อปรับสภาพทางเคมีของดิน **ใส่ปุ๋ยรองพื้น**ก่อนปักดำ 1 วัน ด้วยปุ๋ย



ยูเรียอัตรา 6.5 กิโลกรัม Nต่อไร่ (40.625 KgN/ha) ปุ๋ย Triple superphosphate และปุ๋ย potassium chloride อัตรา 12 กิโลกรัม  $P_2O_5$  และ  $K_2O$  ต่อไร่ (75 Kg  $P_2O_5$  &  $K_2O$ /ha) คลุกผสมปุ๋ยให้เข้ากับดินในกระบะ การทำเทือกใช้ น้ำคลุกเคล้าผสมปุ๋ยกับดินจนเป็นดิน โคลนปรับระดับเทือก ให้สม่ำเสมอและขังน้ำท่วมเทือกดินสูง 5 เซนติเมตร เพื่อเตรียมปักดำ **ปุ๋ยแต่งหน้า** ใส่หลังปักดำ 30 วัน ใช้ปุ๋ยพืชสด จากแหนแดง (*Azolla pinnata* R. Brown) อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ (9.375 MT/ha) โดยระบายน้ำที่ท่วมขังเหนือ พื้นดิน ในกระบะเพาะปลูกออกทั้งหมด เก็บน้ำที่ระบายออก ไว้ในภาชนะรองรับนอกกระบะ คลุกแหนแดงทำเป็นปุ๋ยพืชสดผสมลงในดินกระบะเพาะปลูกระดับความลึก 5-7 เซนติเมตร ทั้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงระบายน้ำเข้าด้วยน้ำที่เก็บไว้ใน ภาชนะ (น้ำที่ระบายออกทั้งหมด) และเติมน้ำใหม่ให้ท่วมขัง สูงจากระดับพื้นดินเพาะปลูก 10 เซนติเมตร

เพาะปลูกโดยวิธีปักดำด้วยข้าวกล้าอายุ 20 วัน ระยะปลูก 20×20 เซนติเมตร (25 กอต่อตารางเมตร) ลึก 2-3 เซนติเมตร จับละ 1 ต้น สับดาห์แรกหลังปักดำขังน้ำลึก 5 เซนติเมตร ตั้งแต่สับดาห์ที่ 2 ถึงก่อนเก็บเกี่ยว 2 สับดาห์ ขังน้ำลึก 10 เซนติเมตร ต่อจากนั้นระบายน้ำออกรอเก็บเกี่ยว การป้องกันกำจัดแมลงใช้เซฟวิน 85 เปอร์เซนต์ (คาร์บาริล ; Carbaryl) ผสมน้ำอัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่น การป้องกันนกใช้ลวดตาข่ายขนาด 1×1 เซนติเมตร ล้อมรอบแต่ละกระบะเพาะปลูกตั้งแต่ข้าวเริ่มตั้งท้องถึง เก็บเกี่ยว

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

แต่ละกระบะเพาะปลูกข้าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลจาก ต้นข้าว (กอข้าว) ที่อยู่บริเวณกลางกระบะในพื้นที่ 0.5 ตาราง เมตร (จำนวน 9 กอต่อกระบะ) ดังนี้

**1. การแตกกอ (Tillering)** เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เป็นต้นกล้าก่อนปักดำและหลังปักดำถึงระยะแตกกอสูงสุด (Seedling to maximum tillering period) โดยเก็บรวบรวม ข้อมูลการเกิดและการเจริญเติบโตของแขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 (Primary, secondary and tertiary tillers) ในแต่ละกอ การกำหนดชนิดของแขนง จำนวนแขนงและช่วงระยะเวลา

การเกิดและการเจริญเติบโตของแขนง กำหนดโดยติดป้าย (Tag) ที่แขนงนั้นๆ เมื่อแขนงเกิดใหม่มีแผ่นใบแรกคลี่ออก เต็มที่แล้ว (Picture 1)



**Picture 1** The tiller and leaf tagging during transplanting to heading stage of *O. japonica* L. (A) and *O. indica* L. (B)

**2. ใบ (Leaves)** เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เป็นต้นกล้า ก่อนปักดำ และหลังปักดำถึงระยะเก็บเกี่ยว (Harvesting period) ได้เก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งใบ พื้นที่แผ่นใบ จำนวนและอายุใบข้าวตั้งแต่ใบ Coleoptile ของต้นที่งอกจาก เมล็ด (Main culm) ขึ้นไปและใบของแขนงต่างๆ ทุกใบ ประกอบด้วยใบ Prophyll ที่โคนของแขนงเดิมกับแขนงเกิด ใหม่ และใบที่มีแผ่นใบ (Leaf blade) บนข้อของแต่ละแขน



ตั้งแต่ใบโคนแขนงถึงใบธง หรือใบบนสุดกรณีที่แขนงนั้น สร้างรวงข้าวไม่ได้ การเก็บรวบรวมข้อมูลใบได้กำหนด ตำแหน่งใบด้วยป้ายพลาสติกขนาด 1×2 เซนติเมตรที่บริเวณ โคนของแผ่นใบต่อกับกาบใบ เมื่อใบเกิดใหม่มีแผ่นใบคลี่ ออกเต็มที่แล้ว (Picture 1) การกำหนดอายุใบโดยนับจำนวน วันในช่วงระยะเวลาที่แผ่นใบมีสีเขียวสามารถสังเกตเห็นได้ ตามปกติ ด้วยวิธีเทียบสีแผ่นใบข้าวกับแผ่นสีมาตรฐาน (Standard color card) ตามวิธีการที่เสนอโดย Furuya (1987) และ Yoneyama and Takebe (1989)

**3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางกายภาพ (Morphology and Physical) ของลำต้น (Main culm and tillers) และรวงข้าว (Panicle)** เก็บรวบรวมข้อมูลที่ระยะ เก็บเกี่ยว นับจากวันที่ข้าวออกรวงได้ 50 เปอร์เซนต์ 25 วัน ได้ถอนต้นข้าวบริเวณกลางกระบะพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร กระบะละ 9 กอ ล้างดินโคลนออกให้สะอาดจึงดำเนินการเก็บ รวบรวมข้อมูล ดังนี้

**3.1 ลำต้น** ได้ลอกกาบใบและตัดรากออกจากข้อของ ลำต้นทุกแขนงเก็บรวบรวมข้อมูลลำต้นและแขนง ดังนี้

**3.1.1 ความยาวหรือความสูงของต้นหรือแขนง (Main culm and tiller length)** ประกอบด้วยแขนงที่สร้าง รวงข้าวได้วัดความยาวตั้งแต่ปลายสุดโคนต้นถึงปลายรวง ข้าว ส่วนแขนงที่ไม่มีรวงข้าววัดความยาวตั้งแต่ปลายโคนสุด ถึงปลายยอดลำต้นของแขนงนั้น

**3.1.2 จำนวน ความกว้าง (เส้นผ่าศูนย์กลาง) ความหนา และความยาวของข้อและปล้อง** เก็บรวบรวม ข้อมูลลองค์ประกอบด้วยข้อปล้องนี้ ตั้งแต่ข้อปลายโคนสุดถึงข้อ คอรวงข้าว (Neck node) กรณีแขนงมีรวงข้าว และถึงปลาย ยอดแขนงนั้นกรณีแขนงไม่มีรวงข้าว โดยเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มปล้องที่ยืดตัว (Elongated internode) เป็นปล้องที่มีความ ยาวระหว่างข้อตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป และกลุ่มปล้อง ไม่ยืดตัว (Unelongated internode) เป็นปล้องที่มีความยาว ระหว่างข้อน้อยกว่า 5 มิลลิเมตรลงมา การเก็บรวบรวมข้อมูล ปล้องไม่ยืดตัวทำโดยใช้กล้อง Light stereo-microscope หลักเกณฑ์การกำหนดคุณสมบัติข้อปล้องของลำต้นนี้ตาม เกณฑ์ที่เสนอโดย Yoshida (1981)

**3.2 รวงข้าว** เป็นส่วนของลำต้นตั้งแต่ข้อปล้อง คอรวงข้าวขึ้นมาทั้งหมด ประกอบด้วยรวงที่มีและไม่มีเมล็ด สุกแก่ (Effective and non-effective panicle) และ รวงของแขนงที่ปล้องคอรวงข้าว (Uppermost internode) ยาวกว่าหรือสั้นกว่าความยาวกาบใบของใบธง (Flag leaf) เก็บรวบรวมข้อมูลทางสัณฐานวิทยา ทางกายภาพและ องค์ประกอบผลผลิตของรวงข้าว ดังนี้

**3.2.1 จำนวนรวง** เก็บรวบรวมจากกอข้าวกลาง กระบะทดลองในพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร จำนวน 9 กอต่อ กระบะ

**3.2.2 ความยาวรวง (Panicle length)** เป็น ความยาวของแขนงแกนกลางรวง (Main axis) ตั้งแต่ข้อ คอรวงถึงปลายรวงข้าว

**3.2.3 จำนวนและความยาวข้อปล้องของแขนง แกนกลางรวง แขนงชุดที่ 1 และ 2 ของรวง (Primary and secondary rachis branch) ในแต่ละรวง**

**3.2.4 จำนวนและความยาวแขนงของรวง** ประกอบด้วย จำนวนและความยาวแขนง ชุดที่ 1 และ 2 ของ รวง ความยาวแขนงของรวงวัดจากปลายยอดของแขนงถึง ส่วนโคนที่แขนงนั้นแยกออกจากแขนงเดิม

**3.2.5 ความแข็งแรงของรวงข้าว** วัดที่ระยะหลัง ข้าวออกรวง 50 เปอร์เซนต์แล้ว 15 วัน และ 25 วัน ดังนี้

1) การรับน้ำหนักของรวง โดยใช้ลูกตุ้ม ตะกั่วถ่วงน้ำหนักที่ปลายยอดของแขนงแกนกลางรวงและ แขนงชุดที่ 1 ของรวงทุกแขนง

2) ความสามารถต้านทานแรงลม ใช้แรง ลมจากปั๊มอัดลม (Air pressure pump) วัดความเร็วลมที่ ระยะห่าง 50 เซนติเมตร จากปลายท่อส่งลม ซึ่งเป็นตำแหน่ง รวงข้าวรับแรงลม เริ่มจากความเร็วลมต่ำแล้วเพิ่มความเร็ว ลมขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งทำให้รวงข้าวหัก

**3.2.6 จำนวนเมล็ด** ประกอบด้วยเมล็ดที่สุกแก่ สมบูรณ์ และเมล็ดที่ฝ่อลีบ (Full grain and non - fertile spikelet) คัดแยกตามเกณฑ์ที่เสนอโดย Yoshida *et.al.* (1981)



### ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีดังนี้

1. **รูปแบบการแตกกอ (Tillering pattern)** การทดลองนี้ได้เริ่มเพาะปลูกข้าวต้นเดือนมิถุนายน โดยวิธีการปักดำ การแตกกอของข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์นี้มี 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 **รูปแบบการแตกกอที่เป็นไปตามลักษณะทางพันธุกรรม (Gene action)** เป็นรูปแบบที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะประจำชนิดและสายพันธุ์ของข้าว ก่อนข้างคงที่ไม่ผันแปรไปตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอกประกอบด้วย

1.1.1 **ความสัมพันธ์ ระหว่างตำแหน่งตาข้างที่เจริญเติบโตเป็นแขนงใหม่กับตำแหน่งใบล่าสุดที่แผ่นใบคลี่ออกสมบูรณ์**ของข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์นี้ การเกิดแขนงใหม่จากตาข้างที่ฐานของกาบใบเป็นแขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 ตำแหน่งตาข้างที่เกิดเป็นแขนงใหม่มีความสัมพันธ์แบบ **Synchronization** กับตำแหน่งใบข้าวล่าสุดที่แผ่นใบคลี่ออกสมบูรณ์แล้วเท่ากับ  $n-3$  ( $n$  = ตำแหน่งใบล่าสุดที่แผ่นใบคลี่ออกสมบูรณ์) ในคราวเดียวกันขณะที่แขนงชุดที่ 1 แขนงแรกของต้นที่งอกจากเมล็ดเติบโตขึ้นมาจากตาข้างที่ฐานใบที่ 2 (นับจากใบ Coleoptile ขึ้นมา) ใบข้าวใบที่ 5 เป็นใบล่าสุดที่แผ่นใบคลี่ออกสมบูรณ์ ลำดับต่อมาเมื่อเกิดแขนงใหม่ที่ฐานใบที่ 3 เป็นช่วงเวลาเดียวกันกับใบข้าวใบที่ 6 คลี่แผ่นใบออกสมบูรณ์ด้วย ความสัมพันธ์แบบ Synchronization ระหว่างตำแหน่งใบที่เกิดแขนงใหม่กับตำแหน่งใบล่าสุดที่แผ่นใบคลี่ออกสมบูรณ์ในข้าวแต่ละกอได้เกิดขึ้นทั้งกรณี การเกิดแขนงใหม่ในต้นที่งอกจากเมล็ด แขนงชุดที่ 1 และ 2 ด้วย (Figure 1, 2 and 3)

1.1.2 **รูปแบบของทรงพุ่มข้าวแต่ละกอ (Hill canopy or plant type)** รูปทรงพุ่มของข้าวแต่ละกอเป็นลักษณะประจำสายพันธุ์ของข้าว ขึ้นกับการจัดเรียงตัวของแขนง (Tiller) ในกอข้าวและการจัดวางตัวของใบข้าวในแต่ละแขนง รูปทรงพุ่มของข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์มีดังนี้

1) **ทรงพุ่มแบบทรงกลม (Round and cylindrical shape)** เป็นรูปแบบทรงพุ่มของข้าว

สายพันธุ์ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง กลุ่ม *O. japonica* L. ทั้ง 4 สายพันธุ์ ตั้งแต่ปักดำถึงข้าวแตกกอสูงสุด (Maximum tillering) ภาพมุมบนแต่ละกอมีทรงพุ่มแบบทรงกลม แขนง

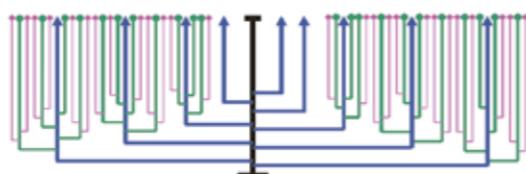


Figure 1: The tillering pattern of Main culm (■), Primary tillers (▲), Secondary tillers (●), Tertiary tillers (◆) of Koganebare, Koshihigari, Surugamochiand Akitatomachi rice varieties (Non sensitivity to photoperiods of *O. japonica* L.)

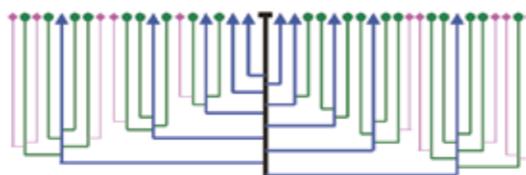


Figure 2 : The tillering pattern of Main culm (■), Primary tillers (▲), Secondary tillers (●), Tertiary tillers (◆) of RD7, RD23 and RD25 rice varieties (Non sensitivity to photoperiods of *O. indica* L.)

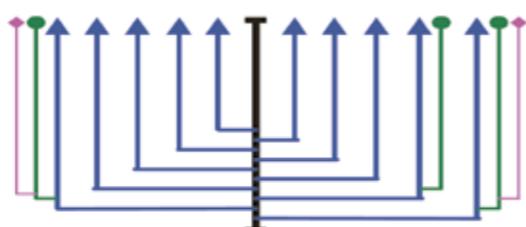
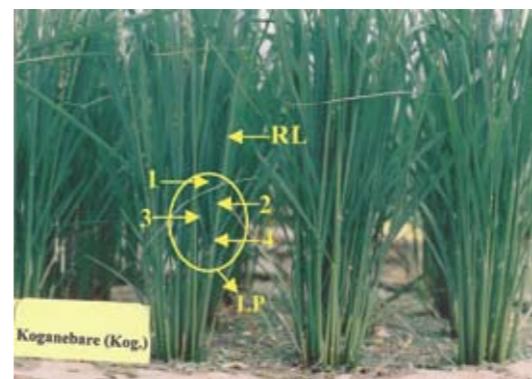


Figure 3 : The tillering pattern of Main culm (■), Primary tillers (▲), Secondary tillers (●), Tertiary tillers (◆) of Khao Dawk Mali 105 (KDML 105) and RD 6 rice varieties (Non sensitivity to photoperiods of *O. indica* L.)

ที่เกิดใหม่ได้จัดวางตัวออกรอบๆ แขนงที่งอกจากเมล็ด แผ่นใบสั้นและแคบ ชูตั้งชันข้างบน ทำมุมแหลมกับแขนง และมีสีเขียวเข้ม กาบใบมีสันแกนกลางค่อนข้างกลม



การประกบกันของกาบใบ เป็นแขนงรูปทรงกลม **ตั้งแต่ข้าวเริ่มสร้างรวง (Panicle initiation) ถึงออกรวง (Heading)**



Picture 2 The canopy round and cylindrical shape vertical view showed leaves phyllotaxis (LP) on 1/2 of the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> photosynthetic leaves under rolling leaves (RL) at booting to heading period of *O. japonica* L. Koganebare rice variety

Table 1 The leaves number of main culm and tillers from seedling to harvesting stage of *O. japonica* L. and *O. indica* L.

varieties	leaves no. / tiller			
	M	P	S	T
Non sensitivity to photoperiods of <i>O.japonica</i> L.				
Kog.	15.8a	7.8a	7.3a	5.1
Kos.	15.5a	8.9ab	8.0a	5.2
Sur.	15.1a	10.6b	8.5a	5.2
Aki.	16a	8.5ab	7.6a	5.2
<b>average</b>	<b>15.6</b>	<b>9.0</b>	<b>7.8</b>	5.2
Non sensitivity to photoperiods of <i>O.indica</i> L.				
RD7	19.1b	14.1d	8.0a	6.1
RD23	17.8b	13.5cd	8.7ab	5.3
RD25	16.7a	11.2c	8.2ab	4.8
<b>average</b>	<b>17.9</b>	<b>13</b>	<b>8.3</b>	5.4
sensitivity to photoperiods of <i>O.indica</i> L.				
KDML105	20.4c	12c	11.1c	4.4
RD6	21.2c	14d	11.3c	-
<b>average</b>	<b>20.8</b>	<b>13.0</b>	<b>11.2</b>	-
C.V. (%)	6.3	5.4	5.7	-
F-test	**	**	**	-

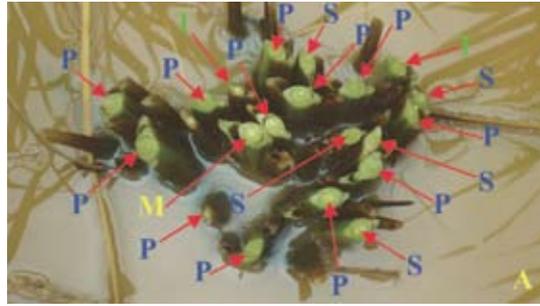
Note: 1. Values of each column with the different letters differ at 1% (\*\*) levels (DMRT) 2. Main culm (M) , primary tiller (P) , secondary tiller (S) , and tertiary tiller (T)

ปล้องของลำต้นได้ขยายตัวชูลำต้นตั้งลำขึ้นข้างบน แต่ละแขนงลำต้นมีความสูงสูงสุด เมื่อแขนงนั้นออกรวง ลำต้นข้าวตั้งตรงเบียดกันแน่น **กอข้าวเป็นรูปทรงกระบอก (Cylindrical shape)** (Picture 2) การ จัดวางตำแหน่งของใบบนแขนง (Phyllotaxis) สัดส่วน 1/2 แผ่นใบตั้งทำมุมแหลมกับลำต้น ใบบนสุดแผ่นใบทำมุม แหลมกับลำต้นมากที่สุด ใบที่อยู่ต่ำลงไปมีมุมใบกับลำต้น บานขึ้นตามลำดับ จำนวนใบที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Table 1) แขนงที่งอกจากเมล็ดมีจำนวนใบที่เกิดขึ้นทั้งหมด (นับตั้งแต่ ใบที่ 1 ต่อจาก Coleoptile ขึ้นมาถึงใบธง) มากที่สุด แขนง ชุดที่ 1, 2 และ 3 มีจำนวนใบที่เกิดบนแขนงลดลงตามลำดับ โดยมีจำนวนใบเฉลี่ย 15.6, 9, 7.8 และ 5.2 ใบต่อแขนงตามลำดับ **จำนวนและอายุของใบข้าวที่แผ่นใบมีสีเขียว สามารถสังเคราะห์แสงได้ตามปกติ** แต่ละช่วงเวลาที่ยาว เจริญเติบโตตั้งแต่ระยะข้าวแตกกอสูงสุดถึงออกรวง แขนงที่สร้างรวงข้าวได้ในแต่ละกอประกอบด้วย แขนงที่งอกจาก เมล็ด แขนงชุดที่ 1 และ 2 ทั้งหมด และแขนงชุดที่ 3 บางแขนง **มีจำนวนใบที่สังเคราะห์แสงได้ตามปกติคราวละ 3-4 ใบ** ใบธง ใบที่ 1 และ 2 นับจากใบธงลงมาอายุใบที่ สังเคราะห์แสงได้ตามปกติมากที่สุดเฉลี่ย 30 วัน ใบอื่นๆ ที่อยู่ต่ำลงไปมีอายุเฉลี่ย 15-20 วัน

2) **ทรงพุ่มแบบวงรี (Ovate and V-shape)** เป็นรูปแบบทรงพุ่มของข้าวสายพันธุ์ไวและไม่ไวต่อช่วงแสง กลุ่ม *O. indica* L. ทั้ง 5 สายพันธุ์ ตั้งแต่ปักดำถึงแตกกอ สูงสุด ภาพมุมบนแต่ละกอมีทรงพุ่มแบบวงรี กาบใบมีสัน แกนกลางหนา แผ่นใบยาวและกว้าง **แผ่นใบ**ของใบที่ 3 นับ จากใบที่แผ่นใบคลี่ออกสมบูรณ์ลงมาปลายแผ่นใบทั้งตัวซึ่งลงด้านล่างโค้งเป็นรูปครึ่งวงกลมตั้งแต่กึ่งกลางถึงปลายใบ และส่วนโคนของแผ่นใบทำมุมกับลำต้นมากกว่า 45 องศา แผ่นใบมีสีเขียวปานกลาง กาบใบรูปสามเหลี่ยมทรงกระโຈມ เต็มสนามประกบกันเป็นแขนงรูปวงรี ตั้งแต่ข้าวเริ่มสร้าง รวงถึงออกรวง ลำต้นชูตั้งชันข้างบน **รูปทรงด้านกว้างของวงรีแขนงในกอตั้งลำชูชันข้างบนเป็นรูปพักคลี่ออก 50-60 องศา (V-shape) จากแนวตั้งของแขนงที่งอกจากเมล็ด** (Picture 3 and 4) จัดเป็นข้าวต้นสูง สายพันธุ์ที่ไวต่อช่วง แสงมีความสูงของทรงพุ่มและจำนวนใบทั้งหมดของแต่ละแขนงมากกว่าสายพันธุ์



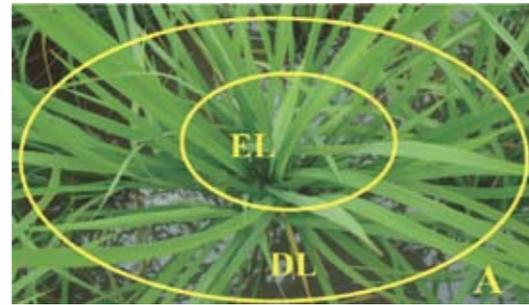
ไม่ไวต่อช่วงแสง (Table 1 and 2) แขนงที่สร้างรวงได้ในแต่ละกอมีจำนวนใบที่สังเคราะห์แสงได้ตามปกติราวละ 3-4 ใบ ใบธง ใบที่ 1 และ 2 นับจากใบธงลงมาอายุใบที่สังเคราะห์แสงได้ตามปกติ 25 วันใบอื่นๆ ที่อยู่ต่ำลงไปมีอายุเฉลี่ย 12-15 วัน



**Picture 3** The tillering pattern of ovate shape by 1) top view (A) as main culm (M) primary (P) secondary (S) and tertiary (T) tillers and 2) vertical view (B and C) within long (B) and width (C) distance at maximum tillering stage of *O. indica* L. Khao Dawk

1.2 รูปแบบการแตกกอที่เป็นไปตามสภาพแวดล้อมภายนอก (Environmental Control) เป็นลักษณะที่องค์ประกอบมีความแปรปรวนสูงทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ โดยผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอก คือประสิทธิภาพและประสิทธิผลการ

สร้างแขนง ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัด คือ จำนวนแขนงทั้งหมดตอกและจำนวน แขนงที่ให้ผลผลิตตอก (Total tillers and fertile productive tillers number per hill) (Table 2 and picture 5 and 6) ข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์นี้ แต่ละกอมีจำนวนแขนงที่เกิดขึ้นทั้งหมด และ จำนวนแขนงที่ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกสายพันธุ์สร้างแขนงชุดที่ 1 ได้จำนวนใกล้เคียงกันเฉลี่ย 8-9 แขนงตอก แต่สร้างแขนงชุดที่ 2 และ 3 ได้จำนวน แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .01



**Picture 4:** 1) The canopy ovate and V- shape top view (A) showed elected (EL) and dropped (DL) leaf blade zone

2) The canopy ovate and V- shape vertical view by long (B) and width (C) distance at active vegetative growth period and leaves phyllotaxis (LP) on 1/2 of the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> photosynthetic leaves under rolling leaves (RL)

3) The half circle (HC) of leaf blade and leaf blade angle(LA) of 3<sup>rd</sup> photosynthetic leaves of *O. indica* L. Khao Dawk Mali 105 (KDML 105) rice variety

ข้าวสายพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. Japonica* L. มีประสิทธิภาพการสร้างแขนงชุดที่ 2 และ 3 มากที่สุด



**Table 2** The tillering efficiency and effectiveness of *O. japonica* L. and *O. indica* L.

varieties	tiller no./hill				productive tiller no./hill				tiller length ( cm )			
	P	S	T	total	P	S	T	total	M	P	S	T
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. japonica</i> L.												
kog.	10.1bc	19.4bc	34.6d	64.1c	10.1b	19.4bc	19.9	50.4f	59.7a	56.9a	52.6a	32.2
kos.	6.3a	14.2b	17.3c	37.8a	6.3	14.2b	6.6	28.1c	72.3b	68.2b	55.0a	29.8
sur.	9.2bc	30.6d	32.1d	71.9f	9.2	30.6d	15.2	56.0g	70.7b	66.5b	52.8a	36.9
Aki.	8.6ab	22.3c	19.5c	50.4d	8.6	22.3c	13.3	45.2e	63.0a	63.0b	62.5ab	46.9
average	8.6	21.6	25.9	56.1	8.6	21.6	13.8	44.9	66.4	63.7	55.7	36.5
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.												
RD7	11.5	22.1c	6.1a	39.7c	11.5	22.1c	1.1	35.7d	108.6c	94.7c	69.1bc	60.5
RD23	8.2ab	17.2ab	12.3b	37.7c	8.2	17.2dc	7.8	34.2d	119.0d	104.9d	76.6c	55.1
RD25	9.4bc	17.4bc	12.0b	38.8c	9.4	17.4bc	6.2	34.0d	55.1	92.6c	68.7bc	47.0
average	9.7	18.9	10.1	38.7	9.7	18.9	5	34.6	111.3	97.4	71.5	54.2
sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.												
KDML105	11.3	3.2a	2.1a	16.6b	11.3	3.2a	-	14.5b	186.7e	180.3f	149.0e	19.3
RD6	9.4	2.5a	2.0a	13.9a	9.4	2.5a	-	10.9a	180.7e	151.3e	122.0d	-
average	10.5	2.9	2.05	18.1	10.5	2.9	-	14.5	183.7	165.8	135.5	-
C.V. (%)	4.1	5.2	9.7	8.2	4.1	5.2	-	7.3	4.2	3.3	7.6	-
F-test	ns	**	**	**	ns	**	-	**	**	**	*	-

Note: Values of each column with the different letters at 5% (\*) and 1% (\*\*) levels (DMRT)

**Table 3** The internodes properties of main culm and tillers at harvesting stage of *O. japonica* L. and *O. indica* L.

varieties	internode number / tiller									
	M			P			S			E
	E	U	total	E	U	total	E	U	total	
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. japonica</i> L.										
Kog.	6.2a	9.6	15.8a	4.6ab	3.2a	7.8a	4.7abc	2.6	7.3a	4
Kos.	6.1a	9.4	15.5a	4.8b	4.1b	8.9ab	4.5a	3.5	8.0a	4.2
Sur.	5.4a	9.7	15.1a	4.2a	6.4d	10.6b	4.6ab	3.9	8.5a	3.8
Aki.	5.6a	10.4	16.0a	4.3ab	4.2b	8.5ab	4.2a	3.4	7.6a	3.8
average	5.8	9.8	15.6	4.5	4.5	9.0	4.5	3.4	7.8	4
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.										
RD7	8.2b	10.9	19.1b	6.1c	8.1f	14.1d	5.2cd	2.8	8.0a	4.6
RD23	7.4b	10.4	17.8b	6.1c	7.4e	13.5cd	5.4d	3.3	8.7b	3.9
RD25	6.1a	10.6	16.7a	6.2c	5.0e	11.2c	5.1bcd	3.1	8.2ab	4.8
average	7.2	10.6	17.9	6.1	6.8	13.0	5.2	3.1	8.3	4.4
sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.										
KDML105	9.1c	11.3	20.4c	8.6d	3.4a	12.0c	7.7e	3.4	11.1c	4.4
RD6	9.6c	11.6	21.2c	8.9d	5.1c	14.0d	8.0e	3.3	11.3c	-
average	9.4	11.5	20.8	8.8	4.3	13.0	7.9	3.4	11.2	-
C.V. (%)	6.3	6.9	6.3	5.3	6.1	5.4	5.7	5.7	5.7	-
F-test	*	ns	**	**	**	**	*	ns	*	-

Note: 1. Values of each column with the different letters differ at 5% (\*) and 1% (\*\*) levels (DMRT)

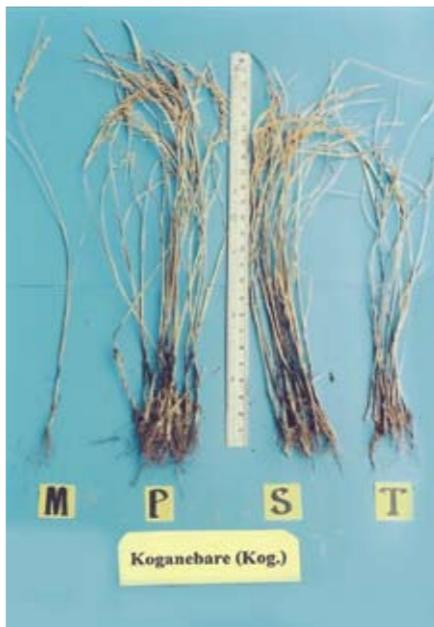
2. Elongated internode (E) and unelongated internode (U)



รองลงมาเป็นข้าวสายพันธุ์ไม่วิและไวต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. ตามลำดับ **จำนวนแขนงที่ให้ผลผลิต** (แขนงที่สร้างรวงข้าวได้และดอกข้าวในรวงสามารถผสมเกสร เจริญเติบโตเป็นเมล็ดสุกแก่ได้) ทั้ง 9 สายพันธุ์นี้ **จำนวนทั้งหมด** ของแขนงชุดที่ 1 และ 2 เป็นแขนงที่ให้ผลผลิต และจำนวนครึ่งหนึ่งของแขนงชุดที่ 3 เป็นแขนงที่ให้ผลผลิต (ข้าวสายพันธุ์ไม่วิต่อช่วงแสงทั้งกลุ่ม *O. japonica* L. และ *O. indica* L.) ส่วนข้าวสายพันธุ์ไวต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. แขนงชุดที่ 3 ทั้งหมดไม่ให้ผลผลิต

**2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางกายภาพของ ลำต้นและรวงข้าว** ลำต้นเป็นอวัยวะหลักทำหน้าที่เป็นแกนกลาง (Skeleton organ) ในการเกิด และเจริญเติบโตของอวัยวะต่างๆ เช่น ราก ตาข้าง ใบ ตายอด และรวงข้าว หน่วยย่อยที่สุดของลำต้นข้าว ประกอบด้วย ข้อและปล้อง ลำต้นเกิด จากการต่อเชื่อมของหน่วยย่อย (ข้อและปล้อง) ตั้งแต่โคนต้น ถึงปลายยอด **ลำต้นข้าวประกอบด้วยกลุ่มหน่วยย่อยที่มี ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายภาพแตกต่างกันอย่างเด่นชัด 3 กลุ่ม** ได้แก่ กลุ่มข้อปล้องไม่ยืดตัว (Unelongated internode) กลุ่มข้อปล้องยืดตัว (Elongated internode) และ ข้อปล้องของรวงข้าว (Panicle internode) ดังนี้

**2.1 ข้อปล้องไม่ยืดตัว** ลักษณะปล้องไม่ยืดตัว เป็นปล้องที่ข้อของลำต้นอยู่ชิดกันแต่ละปล้องมีความยาวน้อยกว่า 5 มิลลิเมตรลงมา ตำแหน่งกลุ่มข้อปล้องไม่ยืดตัว อยู่บริเวณโคนต้นของแต่ละแขนง ฝังตัวอยู่ในดินเพาะปลูกและเหนือพื้นดินเพาะปลูกเล็กน้อยรูปทรงกลุ่มข้อปล้องไม่ยืดตัวเป็นทรงกลมเรียวยาวเป็นรูปกรวยหงายขึ้น ปลายกรวยอยู่ด้านล่าง ผนังของปล้องหนา ช่องว่างภายในปล้องมีขนาดเล็กมากเกือบตัน เป็นกลุ่มข้อปล้องของลำต้นที่แข็งแรงทนทานต่อแรงบิด แรงหักงอ และต้านทานแรงกดจากน้ำหนักของลำต้นกลุ่มปล้องยืดตัวและรวงข้าวที่ชูตั้งขึ้นข้างบน บทบาทสำคัญของกลุ่มหน่วยข้อปล้องไม่ยืดตัว **ประการแรก การแตกแขนงใหม่** แขนงที่เกิดใหม่ทั้งหมด หรือส่วนใหญ่เจริญเติบโตจากตาข้างของกลุ่มข้อปล้องไม่ยืดตัว ข้าวสายพันธุ์ไม่วิต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. japonica* L. ทั้ง 4 สายพันธุ์นี้การสร้างแขนงชุดที่ 1, 2



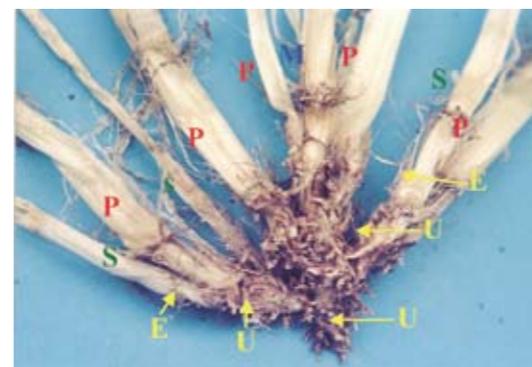
Picture 5 The fertile and nonfertile tillers (main culm, M; primary, P; secondary, S and tertiary, T; tillers) of *O. japonica* L. koganebare rice variety



Picture 6 The fertile and nonfertile tillers of *O. indica* L. RD23 rice variety



และ 3 ได้เจริญเติบโตจากตาข้างกลุ่มข้อปล้องไม่ยืดตัวเท่านั้น มีจำนวนแขนงโดยเฉลี่ยถึง 56.1 แขนงต่อกอ ส่วนข้าวสายพันธุ์ไม่วิและไวต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. แขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 เจริญเติบโตจากตาข้างที่ข้อของลำต้น ทั้งข้อของปล้องยืดตัวและไม่ยืดตัว (Picture 7) มีจำนวนแขนงโดยเฉลี่ย 38.7 และ 18.1 แขนงต่อกอตามลำดับ (Table 2) **ประการที่สอง กำหนดรูปทรงกอข้าว** โดยการจัดทิศทาง ระยะห่างและมุมที่แขนงใหม่ทำกับโคนต้นแขนงเดิมเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดรูปทรงกอข้าว สายพันธุ์ไม่วิต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. japonica* L. มีทรงพุ่มแบบวงกลม



Picture 7 The unelongated (U) and elongated (E) internode of main culm (M), primary (P), secondary (S) and tertiary (T) tillers of *O. indica* L. RD23 rice variety

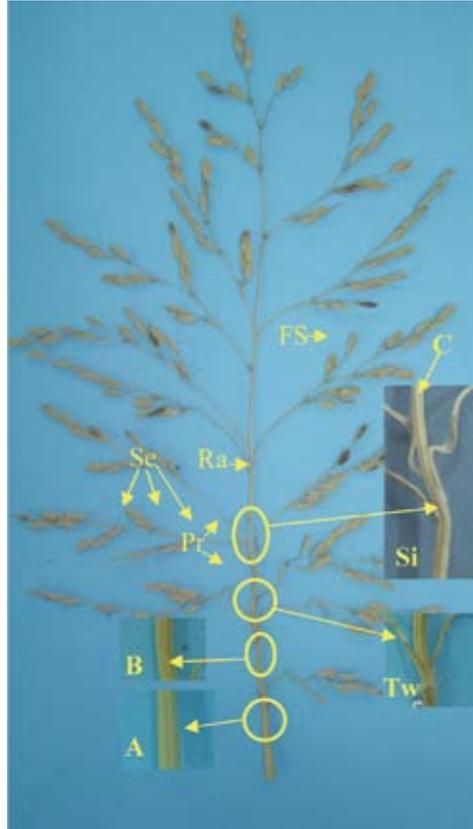
สายพันธุ์ไม่วิและไวต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. มีทรงพุ่มแบบวงรี (Picture 2, 3 and 4) **ประการที่สาม เป็นฐานรองรับน้ำหนักและชูตั้งลำต้นแต่ละแขนงขึ้นข้างบน** ที่ระยะ Active vegetative growth period ก่อนลำต้นยืดตัว ทำหน้าที่ชูใบข้าวที่เกิดจากการประกบกันของกาบใบเป็นแขนงข้าว **และประการที่สี่ เป็นตำแหน่งรากส่วนใหญ่** ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของแต่ละแขนงได้เจริญเติบโตออกมายึดดินเพื่อชูตั้งลำต้นขึ้นข้างบน ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร

**2.2 ข้อปล้องยืดตัว** ลักษณะเด่นของข้อปล้องยืดตัวซึ่งมีความยาวของปล้องมากกว่า 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ประการแรก **รูปทรงข้อปล้องยืดตัวของแต่ละแขนง** ส่วนแรก

**ตั้งแต่ปล้องแรกที่เชื่อมต่อกับปล้องไม่ยืดตัวที่โคนต้นถึงปล้องกึ่งกลางแขนง** กลุ่มปล้องยืดตัวกลุ่มนี้มีรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใกล้เคียงกัน ข้อปล้องโคนต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่าข้อปล้องกลางลำต้นเล็กน้อย **ส่วนที่สอง กลุ่มข้อปล้องต่อจากปล้องกึ่งกลางแขนงถึงข้อคอรวงข้าว** กลุ่มปล้องยืดตัวช่วงนี้เป็นรูปทรงกรวยยาวรี ปลายกรวยอยู่ข้างบน ข้อปล้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปล้องกึ่งกลางแขนงถึงข้อคอรวงข้าวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด **ประการที่สอง ความยาวของปล้องยืดตัว** มีความยาวของปล้องเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ปล้องแรกที่เชื่อมต่อกับปล้องไม่ยืดตัวที่โคนต้นถึงปล้องใบธง (Flag leaf) ที่มีความยาวของปล้องมากที่สุด **ประการที่สาม ความหนาของข้อปล้องยืดตัว** ข้อทุกข้อตันเซลล์ของลำต้นได้เจริญเติบโตต่อเชื่อมติดกันทั้งหมด แข็งแรง ทนทานต่อแรงหักงอ แรงบิดและฉีกขาดมากที่สุด **ความหนาของปล้องยืดตัว** ฝาปล้องตามยาววัดความหนาของส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อแข็งตำแหน่งกลางปล้อง ปล้องส่วนโคนปล้องที่ 1-4 (นับจากปล้องยืดตัวปล้องแรกที่เชื่อมต่อกับปล้องไม่ยืดตัวขึ้นมา) มีความหนาของปล้องมากที่สุด ปล้องที่อยู่สูงขึ้นไปถึงปล้องใบธงมีความหนาของปล้องใกล้เคียงกัน **ประการที่สี่ ขนาดช่องว่างภายในปล้อง** ปล้องที่ 1 ที่โคนต้นมีขนาดช่องว่างภายในเล็กที่สุด ปล้องที่ 2, 3 และ 4 ช่องว่างภายในมีขนาดโตขึ้นตามลำดับ ตั้งแต่ปล้องที่ 5 ถึงปล้องกลางแขนงมีขนาดช่องว่างภายในปล้องโตที่สุด ตั้งแต่ปล้องกลางแขนงถึงปล้องใบธงมีขนาดช่องว่างภายในปล้องลดลงตามลำดับ ปล้องใบธงมีขนาดช่องว่างภายในปล้องเล็กที่สุด **ประการที่ห้า ความแข็งแรงของปล้องยืดตัว** ความแข็งแรงของปล้องยืดตัวมีผลโดยตรงต่อการหักล้มของต้นข้าวตั้งแต่ระยะข้าวออกรวงถึงเก็บเกี่ยว ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก **ความแข็งแรงของปล้องยืดตัวเกิดจาก 1) ผิวรอบนอกของปล้องได้หดตัวลงเป็นร่องตามยาว** (Narrow grooves) จำนวน 8-16 ร่องต่อปล้องตั้งแต่ปล้องยืดตัวปล้องแรกที่โคนต้นถึงปล้องใบธงและปล้องคอรวงข้าว 2) **การประกบกันของกาบใบ** ทุกปล้องตั้งแต่ปล้องเหนือปล้อง Coleoptile ขึ้นมาถึงก่อนปล้องใบธง ความยาวของปล้องสั้นกว่าความยาวของกาบใบปล้องใบธง ข้าวสายพันธุ์ไม่วิต่อ



ช่วงแสงกลุ่ม *O. japonica* L. ทั้ง 4 สายพันธุ์ **ปล้องใบธงยาวกว่ากบใบธง** (Picture 5) สายพันธุ์ไม่วไถ่และไถ่ต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. ทั้ง 5 สายพันธุ์ **แขนงชูดที่ 1 และ 2 ส่วนใหญ่และแขนงชูดที่ 3 ทั้งหมด ปล้องใบธงสั้นกว่ากบใบธง** (กบใบธงหุ้มส่วนโคนของรวงข้าว) (Picture 6) 3) **การมีชีวิตของกบใบที่หุ้มข้อปล้องนั้น**



**Picture 8** 1) The Morphology and Physical of rachis axis(Ra), primary (Pr), secondary (Se) rachis branches and fertile spikelets (FS) on panicle

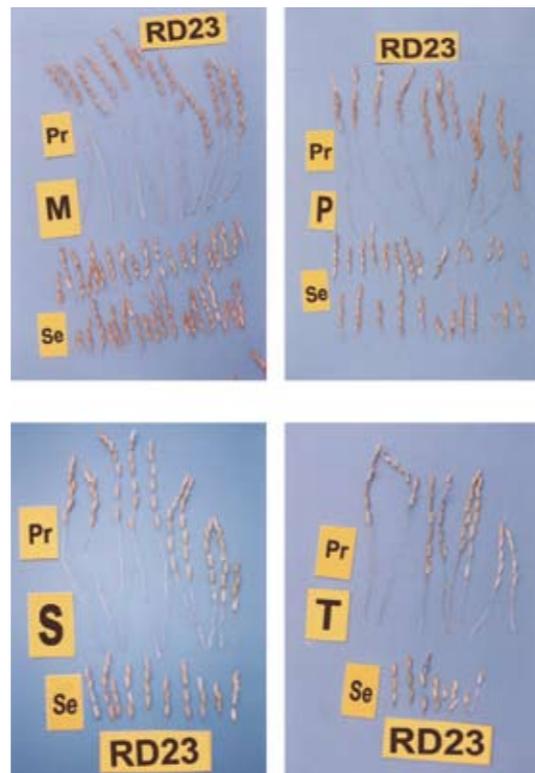
2) The narrow (A,B) and width (C) rachis axis groove

3) Two (Tw) and short internode group (Si) primary rachis branches junction of *O. indica* L. RD23 rice variety

ข้าวกลุ่ม *O. japonica* L. 4 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ไม่วไถ่และไถ่ต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. มีจำนวนปล้องยึดตัวของแขนงชูดที่ 1, 2 และ 3 เฉลี่ย 4-6, 5-7 และ 8-10

ปล้องตามลำดับ แขนงที่สร้างรวงข้าวได้มีจำนวนใบที่สังเคราะห์แสงได้ตามปกติราวละ 3-4 ใบ **แขนงแต่ละชูดมีปล้องยึดตัวที่กบใบตาย** เฉลี่ยจำนวน 0-2, 1-3 และ 4-6 ปล้องตามลำดับ (Table 3) จัดเป็นปล้องที่ความแข็งแรงของลำต้นลดลง มีโอกาสหักล้มได้มากขึ้นตั้งแต่ช่วงระยะข้าวออกรวงถึงเมล็ดสุกแก่

ข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์นี้ สายพันธุ์ที่ไถ่ต่อช่วงแสงกลุ่ม *O. indica* L. มีอายุการเจริญเติบโตนานที่สุด มีอายุรองลงมาเป็นข้าวสายพันธุ์ไม่วไถ่ต่อช่วงแสง กลุ่ม *O. indica* L. และ *O. japonica* L. ตามลำดับ **สายพันธุ์ข้าวที่มีอายุการเจริญเติบโตนานกว่ามีความสูงของลำต้น จำนวนปล้องทั้งหมด (ทั้งปล้องไม่ยึดตัวและยึดตัว) ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาของปล้องมากกว่าสายพันธุ์ที่มีอายุการเจริญเติบโตน้อยกว่า**



**Picture 9** The fertile and nonfertile spikelets on primary (Pr) and secondary (Se) rachis branches of panicle of main culm (M), primary (P), secondary (S) and tertiary (T) tiller of *O. indica* L. RD23 rice variety



2.3 รวงข้าว ข้าวสร้างรวงหรือช่อดอกจากตายอดของ ลำต้นแต่ละแขนง ลำต้นข้าวตั้งแต่ข้อปล้องเหนือปล้องใบธงขึ้นมา ทำหน้าที่เป็นรวงข้าวช่อดอกและดอกข้าว (เมล็ด) ก้านชูรวงหรือลำต้นตั้งแต่คอรวงข้าว (Neck node) ขึ้นมาทุก ข้อมีลักษณะพิเศษ เป็นข้อเปลือยเปล่าไม่มีกบใบหุ้ม การเพิ่ม ความแข็งแรงให้แก่ข้อปล้องของรวงข้าว เช่นเดียวกับข้อปล้องที่อยู่ถัดจากข้อปล้องใบธงลงไป ทั้งที่ข้อปล้องรวงข้าวไม่มีกบใบหุ้ม แต่เป็นข้อปล้องที่มีความแข็งแรงมาก สามารถรับน้ำหนักเมล็ดข้าวสุกแก่สมบูรณ์แล้วได้ไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อรวง และต้านทานแรงลมในแปลงนาที่มีความเร็วลมได้ถึง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง **โดยมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายภาพที่สำคัญทำให้รวงข้าวแข็งแรง** (Picture 8) ประกอบด้วย **ประการแรก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของข้อและปล้องข้อปล้องของรวงข้าวมีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับข้อปล้องยึดตัวของลำต้นที่อยู่ใต้รวงข้าวลงไป** ในแขนงเดียวกันขนาดข้อปล้องของรวงข้าวได้ลดลงแบบรีเรียวโคนรวงไปยังปลายรวงโดย

ข้อปล้องคอรวง (Neck node and internode) ของแขนงแกนกลางรวง (Rachis axis) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด เฉลี่ย 1-2 มิลลิเมตร ข้อปล้องลำดับสูงขึ้นมา มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลดลงตามลำดับถึงข้อปล้องปลายแขนงของรวงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.5 มิลลิเมตร **ประการที่สอง รูปทรงของปล้อง ประกอบด้วย 1) รูปทรงกระบอกเรียวยาว** เป็นรูปทรงของปล้องคอรวงข้าวและปล้องที่ 1-3 นับจากปล้องคอรวงข้าวขึ้นมา ผิวรอบนอกของปล้องได้หดตัวลงเป็นร่องเล็กๆ ตามแนวยาวของปล้อง (Narrow grooves) จำนวน 8-12 ร่องต่อปล้อง 2) **รูปแท่งสี่เหลี่ยม** เป็นรูปทรงปล้องของแขนงแกนกลางรวงลำดับสูงขึ้นมาถึงปลายแขนง และปล้องของแขนง ชูดที่ 1 และ 2 ของรวง (Primary and secondary rachis branch) ร่องผิวรอบนอกของปล้องได้รวมตัวเป็นร่องต้นแบนราบตามแนวยาวของปล้องจำนวน 4 ร่อง **กลุ่มปล้องของรวงข้าวกลุ่มนี้มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าถึงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส**

Table 4 The spikelets number on the panicle rachis branches of *O. japonica* L. and *O. indica* L.

varieties	total spikelet no./ panicle											
	M			P			S			T		
	Pr	Se	total	Pr	Se	total	Pr	Se	total	Pr	Se	total
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. japonica</i> L.												
K0g.	22.4a	8.1a	30.5	21.7a	9.6a	31.3	25.3ab	13.3b	38.6	19.9	5.3	25.2
K0s.	31.3b	35.3c	66.6	24.2a	25.5c	49.7	27.3ab	14.5b	41.8	15.5	2.8	18.3
Sur.	33.2b	16.5b	49.7	22.2a	17.3b	39.5	19.5a	6.4a	25.9	17.9	4.9	22.8
Aki.	62.4d	12.6ab	75.0	35.4b	37.6d	73.0	28.8b	16.3b	45.1	23.8	8.9	32.7
<b>average</b>	<b>37.3</b>	<b>18.1</b>	<b>55.5</b>	<b>25.9</b>	<b>22.5</b>	<b>48.4</b>	<b>25.2</b>	<b>12.6</b>	<b>37.9</b>	<b>19.3</b>	<b>5.5</b>	<b>24.8</b>
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.												
RD7	86.2f	63.1d	149.3	78.2d	55.6e	133.8	59.5c	6.8a	66.3	12.1	41.5	53.6
RD23	84.1ef	100.2f	184.3	69.6c	70.1f	139.7	80.3d	45.2d	125.5	56.1	15	71.1
RD25	50.6c	77.1e	127.7	37.1b	24.2bc	61.3	30.9b	22.3c	53.2	20.6	4	24.6
<b>average</b>	<b>73.7</b>	<b>80</b>	<b>153.8</b>	<b>61.6</b>	<b>50</b>	<b>111.6</b>	<b>56.9</b>	<b>24.8</b>	<b>81.7</b>	<b>29.6</b>	<b>20.2</b>	<b>49.8</b>
sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.												
KDML105	77.6e	58.1d	135.7	67.0c	88.3g	155.3	60.3c	56.7e	117.0	24.8	5	29.8
RD6	79.4ef	154.3g	233.7	69.2c	108.3h	177.5	61.0c	62.7f	123.7	-	-	-
<b>average</b>	<b>78.5</b>	<b>106.2</b>	<b>184.7</b>	<b>68.1</b>	<b>98.3</b>	<b>166.4</b>	<b>60.7</b>	<b>59.7</b>	<b>120.4</b>	-	-	-
C.V.(%)	7.1	6.4	-	9.2	6.4	-	6.3	6.9	-	-	-	-
F- test	**	**	-	**	**	-	**	-	-	-	-	-

Note : Values of each column with the different letters differ at 1% (\*\*) levels (DMRT)

Table 5 The rachis branches properties at harvesting stage of *O. japonica* L. and *O. indica* L.

varieties	Rachis branches no. / panicle							
	M		P		S		T	
	Pr	Se	Pr	Se	Pr	Se	Pr	Se
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. japonica</i> L.								
K0g.	5.7a	2.7a	5.2a	4.3a	5.5ab	5.0a	4.6	2.3
K0s.	7.0a	9.7c	5.3a	8.3bc	5.4ab	5.4a	3.6	1.3
Sur.	6.7a	6.3b	6.2a	6.3ab	4.7a	4.5a	4.3	2.1
Aki.	6.3a	5.3ab	8.0b	11.6c	5.5ab	5.5a	5.1	3.6
<b>average</b>	<b>6.4</b>	<b>6</b>	<b>6.2</b>	<b>7.6</b>	<b>5.3</b>	<b>5.1</b>	<b>4.4</b>	<b>2.3</b>
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.								
RD7	13.3bc	11.7c	12.6c	17.0d	10.6c	14.0bc	12.0	12.8
RD23	15.0c	29.3e	13.4d	20.2d	11.0c	19.6c	8.3	4.8
RD25	13.0b	5.7b	8.9b	8.5bc	7.5b	7.7ab	4.8	1.3
<b>average</b>	<b>13.8</b>	<b>15.6</b>	<b>11.6</b>	<b>15.2</b>	<b>9.7</b>	<b>12.9</b>	<b>8.4</b>	<b>6.3</b>
sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.								
KDML105	14.3ab	18.0d	11.4c	25.8e	11.8c	17.5c	5.8	1.4
RD6	17.0d	44.0f	15.2e	31.7f	12.7c	20.0e	-	-
<b>average</b>	<b>15.7</b>	<b>31</b>	<b>13.3</b>	<b>28.8</b>	<b>12.3</b>	<b>18.8</b>	-	-
C.V.(%)	8.9	19.7	9.4	14.5	4.9	21.2	-	-
F - test	**	**	**	**	*	**	-	-

Note : 1. Values of each column with the different differ at 5% (\*) and 1% (\*\*) levels (DMRT)

2. Primary rachis branch (Pr) and secondary rachis branch (Se)

Table 6 The spikelet number on primary and secondary rachis branches of rice panicle of *O. japonica* L. and *O. indica* L.

Varieties	spikelet no./ branch							
	M		P		S		T	
	Pr	Se	Pr	Se	Pr	Se	Pr	Se
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. japonica</i> L.								
Kog.	3.9a	4.2	2.7	2.2	4.6	2.7	4.3	2.3
Kos.	4.5b	4.6	2.9	3.1	5.1	2.7	4.3	2.2
Sur.	4.9bc	3.6	2.5	2.7	4.1	1.4	4.2	2.3
Aki.	9.9f	4.4	2.3	3.2	5.2	3	4.7	2.5
<b>average</b>	<b>5.8</b>	<b>4.2</b>	<b>2.6</b>	<b>2.8</b>	<b>4.8</b>	<b>2.5</b>	<b>4.4</b>	<b>2.3</b>
Non sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.								
RD7	6.5e	3.3	6.2	3.3	5.6	0.5	1.0	3.2
RD23	5.6d	3.4	5.2	3.5	7.3	2.7	6.8	3.1
RD25	3.9a	3.0	4.2	2.8	4.1	2.9	4.3	3.1
<b>average</b>	<b>5.3</b>	<b>3.2</b>	<b>5.2</b>	<b>3.2</b>	<b>5.7</b>	<b>2.0</b>	<b>4.0</b>	<b>3.1</b>
sensitivity to photoperiods of <i>O. indica</i> L.								
KDML105	5.4cd	3.2	5.9	3.4	5.1	3.2	4.2	3.6
RD6	4.7b	3.5	4.5	3.4	4.8	3.1	-	-
<b>average</b>	<b>5</b>	<b>3.3</b>	<b>5.2</b>	<b>3.4</b>	<b>4.9</b>	<b>3.1</b>	-	-
C.V (%)	4.8	6.7	5.1	4.6	4.8	4	-	-
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	-

Note : Values of each column with the different letters differ at 5% (\*) levels (DMRT)



ประการที่สาม ขนาดช่องว่างภายในปล้องของรวงข้าว ปล้องของรวงข้าวมีขนาดช่องว่างภายในปล้องที่โตที่สุดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.15-0.5 มิลลิเมตร ปล้องของแขนงแกนกลางรวงลำดับสูงขึ้นมามีขนาดช่องว่างภายในของปล้องลดลงตามลำดับถึงปล้องปลายแขนง กลุ่มปล้องที่มีขนาดช่องว่างภายในปล้องใกล้เคียงกันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.015 มิลลิเมตร ประกอบด้วย ปล้องที่อยู่ส่วนปลายของแขนงแกนกลางรวง ปล้องของแขนงชูดที่ 1, 2 ของรวง และปล้องของก้านชูดอกข้าว (Pedicel) และประการที่สี่ การจัดกลุ่มข้อปล้องของแขนงแกนกลางรวงข้าว ข้อของปล้องที่ 1-5 ของแขนงแกนกลางรวงนับจากข้อปล้องของรวงข้าวขึ้นมาเป็นกลุ่มข้อปล้องที่มีแขนงชูดที่ 1 ของรวงหนาแน่นมากที่สุด กลุ่มข้อปล้องบริเวณนี้มีลักษณะดังนี้ 1) มีแขนงชูดที่ 1 ของรวงเจริญเติบโตออกมา 1-3 แขนงต่อข้อ 2) เกิดกลุ่มข้อปล้องสั้นๆ กลุ่มละ 2-4 ปล้อง สลับกับปล้องยืดยาว 1 ปล้อง จำนวน 1-2 กลุ่ม

การแตกแขนงของรวงข้าว (Panicle branching pattern) ลักษณะการแตกแขนงของรวงข้าวที่มีจำนวนดอกต่อรวงมาก ได้แก่ ข้าวพันธุ์ กข 6 และ กข 23 (Table 4,5,6 and picture 8,9) ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ปัจจัยแรก ความแข็งแรง ความยาว และจำนวนข้อปล้องของแขนงแกนกลางรวง เป็นสายพันธุ์ที่แขนงแกนกลางรวงมีความแข็งแรง มีความยาวของแขนงระหว่างข้อปล้องถึงปลายแขนง เฉลี่ย 20-25 เซนติเมตร และมีจำนวนข้อปล้องเฉลี่ย 10-12 ข้อปล้อง ปัจจัยที่สอง จำนวนแขนงชูดที่ 1 ของรวง แต่ละข้อของแขนงแกนกลางมีแขนงชูดที่ 1 เจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ จำนวน 1-3 แขนง โดยมีแขนงชูดที่ 1 ของรวงจำนวน 2-3 แขนงต่อข้อ ณ ตำแหน่งข้อที่ 1-5 ของแขนงแกนกลางนับจากข้อปล้องของรวงขึ้นมา ปัจจัยที่สาม จำนวนแขนงชูดที่ 2 ของรวง แขนงชูดที่ 1 แต่ละแขนงมีแขนงชูดที่ 2 เจริญเติบโตสมบูรณ์ จำนวน 2-3 แขนง ตำแหน่งการเกิดของแขนงชูดที่ 2 ได้เจริญเติบโตจากข้อที่ 3-4 หรือ 5 ของแขนงชูดที่ 1 นับจากข้อปล้องโคนแขนงขึ้นมาถึงปลายแขนง

ดอกข้าว (Spikelet) ดอกข้าวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ทุกดอกมีก้านชูดอก ดอกข้าวที่เจริญเติบโตสมบูรณ์ (Fertile Spikelet) ประกอบด้วย 1) กลีบเล็กๆ ที่ฐานรองดอก 2 อันเป็นส่วนของดอกที่ฝ่อไป (Sterile lemmas) 2) กลีบดอก 2 กลีบประกอบด้วยกลีบใหญ่ (Lemma) และ กลีบเล็ก (Palea) 3) เกสรตัวผู้ (Stamen) 6 ชูด และ 4) เกสรตัวเมีย (Pistyl) 1 ชูด

จำนวนดอกข้าวทั้งหมดโดยเฉลี่ย ในแต่ละรวง (Table 4) เท่ากับ จำนวนแขนงชูดที่ 1 ของรวงโดยเฉลี่ยคูณด้วยจำนวนดอกข้าวบนแขนงชูดที่ 1 ของรวงโดยเฉลี่ยบวกด้วย จำนวนแขนงชูดที่ 2 ของรวงโดยเฉลี่ยคูณด้วยจำนวนดอกข้าวบนแขนงชูดที่ 2 ของรวงโดยเฉลี่ย (Table 5 and 6) ข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์นี้มีจำนวนดอกบนแขนงชูดที่ 1 และ 2 โดยเฉลี่ยใกล้เคียงกัน การที่ข้าว พันธุ์ กข 6 และ 23 มีจำนวนดอกต่อรวงมาก และมีจำนวนแขนงชูดที่ 1 และ 2 ของรวงมากที่สุด โดยมีจำนวนแขนงชูดที่ 2 ของรวงมากกว่าแขนงชูดที่ 1 ของรวงเฉลี่ยประมาณ 2 เท่า ทั้งใน รวง ของแขนงที่งอกจากเมล็ด และรวงของแขนงชูดที่ 1 และ 2

### วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีประเด็นสำคัญนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ความสัมพันธ์แบบ Synchronization ระหว่างตำแหน่งตาข้างที่เจริญเติบโตเป็นแขนงใหม่กับตำแหน่งใบที่แผ่นใบเคลื่อนออกสมบูรณ์ได้รับการควบคุมด้วยพันธุกรรม โดยการสร้างและปรับความสมดุลของฮอร์โมน Cytokinin และ Auxin ที่ใบยอดของแขนงนั้น Ishizaka (2001) รายงานว่าการเจริญเติบโตของตาข้างเป็นแขนงใหม่ได้รับการส่งเสริมจากฮอร์โมน Cytokinin และการเจริญเติบโตของ Root primordial เป็นกลุ่มรากของข้อที่แขนงใหม่เจริญเติบโตออกมาได้รับการส่งเสริมจากฮอร์โมน Auxin

2. รูปทรงพุ่มข้าวแต่ละกอ ข้าว *O. japonica* L. ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีทรงพุ่มแบบทรงกลม ส่วนข้าว *O. indica* L. ทั้ง 5 สายพันธุ์ มีทรงพุ่มแบบวงรี รูปทรงพุ่มเป็นลักษณะเฉพาะ



สายพันธุ์ได้รับการควบคุมด้วยพันธุกรรม โดยกำกับการสร้างกาบใบข้าว 2 ลักษณะ รูปทรงพุ่มของกอข้าวเป็นผลมาจากการจัดทิศทาง ระยะห่าง และมุมระหว่างแขนงที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่กับต้นเดิมของแขนงนั้น แขนงข้าวเจริญเติบโตจากตาข้างที่ข้อของปล้องไม่ยึดตัวเป็นส่วนใหญ่ การจัดวางตำแหน่งของตาข้างบนข้อของลำต้นมี Phyllotaxis ลัดส่วน 1/2 การจัดทิศทางที่แขนงข้าวเจริญเติบโตออกมาเป็นไปตามตำแหน่งตาข้างบนแขนงและคุณสมบัติของกาบใบที่ประกบกันเป็นแขนงใหม่ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (Active vegetative growth period) (Matsua and Hoshikawa, 1993) ข้าว *O. japonica* L. มีสันแกนกลางกาบใบค่อนข้างกลม (Hanada, 1982) การประกบกันของกาบใบเป็นแขนงรูปทรงกลม การจัดเรียงของแขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 มีระยะห่างระหว่างแขนงเกิดใหม่กับแขนงเดิมสั้น และมุมการยกตัวของกลุ่มปล้องยึดตัวใกล้เคียงมุมฉาก จึงมีทรงพุ่มแบบทรงกลม ตั้งแต่ระยะลำต้นยึดตัวถึงออกกรวง การจัดเรียงตัวของแขนงในกอข้าวเป็นแบบทรงกระบอก ข้าว *O. indica* L. มีสันแกนกลางกาบใบรูปสามเหลี่ยมทรงกระโจมเต็นสนาม (Tanaka, 1995 and Matsushima, 2005) การประกบกันของกาบใบเป็นแขนงรูปวงรี ระยะห่างระหว่างแขนงเกิดใหม่กับแขนงเดิมยาวขึ้น ทิศทางการเจริญเติบโต ของแขนงใหม่เป็นไปตามการปรับตัวตามเหลี่ยมมุมสัมผัสของกาบใบที่ประกบกันเป็นแขนงใหม่กับแขนงเดิม การยกตัวขึ้นข้างบนของกลุ่มปล้องยึดตัวเป็นแบบพัดปกคลุมออกจากแนวตั้ง 50-60 องศา (V-shape) ขนาดวงรีของกอข้าวมีความกว้างเป็น 2/3 ของความยาว

3. **ประสิทธิภาพและประสิทธิผลการแตกกอ** ข้าวเป็นพืชที่แตกกอสร้างแขนงใหม่จากการเจริญเติบโตของตาข้างที่ข้อของลำต้น การแตกกอเกิดขึ้นเฉพาะช่วงแรกของการเจริญเติบโต ประมาณ 60-65 วัน นับจากวันหว่านเมล็ดเพาะกล้า Tanaka (1995), Ishizaka (2001) และ Tsunoda and Takhashi (2003) รายงานว่าการสร้างและการปรับสมดุลของฮอร์โมน Cytokinin และ Auxin ในช่วงที่ข้าวแตกกอ ฮอร์โมน Cytokinin มีบทบาทสูงกว่า Auxin การที่ข้าว *O. japonica* L. มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการแตกกอ

สูงกว่า ข้าว *O. indica* L. เพราะว่องค์ประกอบในทรงพุ่มของข้าว *O. japonica* L. สามารถส่งเสริมการสร้างและปรับตัวให้บทบาทของฮอร์โมน Cytokinin สูงกว่า Auxin โดยข้าว *O. japonica* L. มีทรงพุ่มแบบทรงกลม การประกบกันของกาบใบเป็นแขนงชุดใหม่ใบทำมุมแหลมกับลำต้น แผ่นใบสั้นและแคบ เส้นกลางแผ่นใบแข็งปลายใบชี้ตั้งขึ้นข้างบน การกระจายตัวของแสงในทรงพุ่มดี ส่วนข้าว *O. indica* L. มีทรงพุ่มแบบวงรี การประกบกันของกาบใบเป็นแขนง ชุดแผ่นใบทำมุมป้านกับแขนง แผ่นใบยาวและกว้าง ตั้งแต่ใบที่ 2 นับจากใบยอดลงมาปลายแผ่นใบทั้งตัวลงข้างล่าง เริ่มจากใบที่ 3 ลงไปปลายแผ่นใบทั้งตัวลงด้านล่าง โค้งเป็นรูปครึ่งวงกลมตั้งแต่กึ่งกลางถึงปลายใบ เกิดการบังแสงของใบ ในทรงพุ่มมีร่มเงามาก

4. **ลำต้น** ลำต้นข้าวประกอบด้วยหน่วยย่อย (ข้อและปล้อง) ต่อเชื่อมกันตั้งแต่โคนต้นถึงปลายรวงข้าว ดังนี้

4.1 **กลุ่มข้อปล้องที่ไม่ยึดตัว** มีบทบาทสำคัญเป็นฐานรากรับน้ำหนักให้กับกลุ่มข้อปล้องที่ยึดตัวขึ้นข้างบนทั้งหมดรวมทั้งรวงข้าวด้วย และสร้างราก (Adventitious root) จาก Root primordia สำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของแขนงนั้น Hitaka (1994) รายงานว่าพันธุ์ข้าวที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการแตกกอมาก กลุ่มข้อปล้องที่ไม่ยึดตัวจะอยู่ใกล้ระดับพื้นผิวดินเพาะปลูก ทั้งข้อปล้องของต้นที่งอกจากเมล็ด แขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 และสามารถสร้างรากที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ในการทดลองนี้ข้าว *O. japonica* L. มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการแตกกอสูงกว่าข้าว *O. indica* L. เพราะ แขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมดเจริญเติบโตจากตาข้างของข้อปล้องไม่ยึดตัว ส่วนข้าว *O. indica* L. แขนงชุดที่ 1, 2 และ 3 ได้เจริญเติบโตจากตาข้างทั้งข้อปล้องที่ยึดตัวและไม่ยึดตัว

4.2 **กลุ่มข้อปล้องยึดตัว** มีบทบาทสำคัญในการตั้งลำต้นขึ้นข้างบนให้แผ่นใบและรวงข้าวพันระดับน้ำข้างในแปลงนาเพาะปลูกข้าว ปัญหาสำคัญของกลุ่มข้อปล้องยึดตัวคือ การหักล้มตั้งแต่ปล้องยึดตัวปล้องแรกที่เชื่อมต่อกับปล้องไม่ยึดตัวถึงปล้องยึดตัวกลางลำต้นของแขนงนั้น Hitaka (1994) รายงานว่าความแข็งแรงของกลุ่มข้อปล้องยึดตัว



ขึ้นกับ 1) ความยาว ความหนา และขนาดช่องว่างภายในปล้อง 2) ความแข็งแรงของกลุ่มเซลล์ผิวรอบนอกปล้อง 3) การประกบซ้อนกันของกาบใบในข้อปล้องที่อยู่ลำดับต่อกันขึ้นมา และ 4) การมีชีวิตของกาบใบที่หุ้มข้อปล้องนั้นในการทดลองนี้ข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์ ทุกระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่เป็นต้นกล้าถึงข้าวออกกรวง แต่ละควรมีใบที่สังเคราะห์แสงได้ตามปกติ 3-4 ใบ ข้าว *O. japonica* L. เป็นข้าวต้นเตี้ยมีจำนวนปล้องยึดตัวของแขนงแต่ละชุดโดยเฉลี่ย 4-6 ปล้องต่อแขนง มีข้อปล้องที่หุ้มด้วยกาบใบที่ตายแล้วเฉลี่ย 2 ปล้อง จึงมีโอกาสหักล้มน้อย ข้าว *O. indica* L. เป็นข้าวต้นสูงมีปล้องยึดตัวของแขนงแต่ละชุดโดยเฉลี่ย 5-10 ปล้องต่อแขนง มีปล้องยึดตัวตั้งแต่โคนต้นขึ้นมาโดยเฉลี่ย 6 ปล้องหุ้มด้วยกาบใบที่ตายแล้ว จึงมีโอกาสหักล้มสูงเมื่อมีลมพัดแรงหรือพื้นที่เพาะปลูกมีความอุดมสมบูรณ์สูง หรือใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง

5. **รวงข้าว** รวงข้าวเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นที่ทำหน้าที่ชูช่อดอกข้าว บทบาทสำคัญของหน่วยย่อยลำต้น (ข้อปล้อง) ที่เชื่อมต่อกันชูช่อดอกข้าว ประกอบด้วย **ประการแรก รับน้ำหนักเมล็ดข้าว** ที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ข้าวออกกรวงผสมเกสร (Anthesis) ถึงเมล็ดข้าวสุกแก่ **ประการที่สอง ทนทานต่อแรงบิด แรงหักงอและแรงเหวี่ยง** ที่เกิดจากแรงลมพัดผ่านทุ่งนาเพาะปลูกข้าว **ความแข็งแรงของรวงข้าว** ได้ปกป้องและคุ้มครองให้ดอกและเมล็ดข้าวติดอยู่กับรวงในสภาพมีชีวิตตามปกติไปจนกระทั่งเมล็ดข้าวสุกแก่ Yoshida (1981) และ De Datta (2005) รายงานว่า ความแข็งแรงของรวงข้าวที่สามารถรับน้ำหนักเมล็ดที่สุกแก่ในรวงได้ทั้งหมดและต้านแรงลมที่มีความเร็วลมน้อยกว่า ความเร็วลมพายุติเปอร์เซ็นต์นั้น **ลักษณะปล้องส่วนที่มีรูปทรงกลม** ผิวรอบนอกของปล้องได้หดตัวเป็นร่องตามแนวยาวของปล้อง **ส่วนปล้องที่มีก้านชูดอกข้าว (Pedicel)** ผิวรอบนอกของปล้องได้รวมตัวกันเป็นร่องตื้นๆ ขนาดใหญ่ รูปทรงของปล้องมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม และก่อนเมล็ดข้าวสุกแก่เซลล์ที่เป็นองค์ประกอบกลุ่มข้อปล้องของรวงข้าวเป็นเซลล์ที่มีชีวิต กลุ่มเซลล์ผิวรอบนอกปล้องมีเม็ดสีที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ด้วย การทดลองนี้รวงข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์ สามารถรับ

น้ำหนักเมล็ดสุกแก่โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อรวง ต้านแรงลมที่มีความเร็วลมได้ถึง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 3-4 ปล้องแรกนับจากปล้องคอรวงขึ้นมาของแขนงแกนกลางรวงมีรูปทรงกระบอกเรียวยาว ผิวรอบนอกของปล้องหดตัวลงเป็นร่องเล็กๆ ตามแนวยาวปล้อง จำนวน 8-12 ร่องต่อปล้อง ปล้องอื่นๆ ของ แขนงแกนกลางรวง และปล้องของแขนงชุดที่ 1 และ 2 ของรวง ร่องที่ผิวรอบนอกของปล้องได้รวมตัวเป็นร่องตื้นๆ แบนราบตามแนวยาวของปล้องจำนวน 4 ร่อง เป็นกลุ่มปล้องที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าถึงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีขนาดช่องว่างภายในปล้องเล็กมาก

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

รูปแบบการแตกกอ ข้าวแตกกอในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตตั้งแต่เป็นต้นกล้าถึงก่อนข้าวเริ่มสร้างรวงข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์มี 2 รูปแบบการแตกกอ ดังนี้

1. **รูปแบบการแตกกอที่เป็นไปตามข้อกำหนดทางพันธุกรรม** ประกอบด้วย

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งตาข้าง ที่เจริญเติบโตเป็นแขนงใหม่กับตำแหน่งใบล่าสุดที่แผ่น ใบคลี่ออกสมบูรณ์ของข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์เป็นแบบ Synchronization

1.2 **รูปทรงพุ่มข้าวแต่ละกอ**

1.2.1 **ทรงพุ่มแบบทรงกลม** เป็นทรงพุ่มของข้าว *O. japonica* L. ทั้ง 4 สายพันธุ์ แผ่นใบสั้นและแคบ ชูตั้งขึ้นข้างบน ทำมุมแหลมกับลำต้น ใบข้าวมีอายุการสังเคราะห์แสงตามปกติเฉลี่ย 15-30 วัน

1.2.2 **ทรงพุ่มแบบวงรี** เป็นทรงพุ่มของข้าว *O. indica* L. ทั้ง 5 สายพันธุ์ แผ่นใบยาวและกว้าง ใบที่สามนับจากใบบนสุดที่คลี่ออกสมบูรณ์ในขณะนั้น ปลายแผ่นใบทั้งตัวลงข้างล่างเป็นรูปครึ่งวงกลมตั้งแต่กึ่งกลางใบถึงปลายใบ ใบข้าวมีอายุการสังเคราะห์แสงตามปกติเฉลี่ย 12-25 วัน

2. **รูปแบบการแตกกอที่เป็นไปตามข้อกำหนด** ของสภาพแวดล้อมภายนอกคือ **ประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าว** ประกอบด้วย การสร้างแขนงทั้งหมด และการสร้างแขนงที่ให้ผลผลิตในกอข้าว ข้าว



*O. japonica* L. มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าวสูงกว่าข้าว *O. indica* L.

**ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางกายภาพของลำต้นและรวงข้าว**

1. **ลำต้นของข้าว** ข้อและปล้องประกอบกันเป็นหน่วยย่อยที่สุดของลำต้นต่อเชื่อมกันตั้งแต่โคนต้นถึงปลายรวง ประกอบด้วย

1.1 **กลุ่มข้อปล้องไม่ยึดตัว** เป็นกลุ่มข้อปล้องที่อยู่บริเวณโคนต้นของแต่ละแขนง เป็นกลุ่มข้อปล้องที่มีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลการสร้างแขนงในกอข้าว การกำหนดรูปร่างของกอข้าว และการเจริญเติบโตของรากข้าว

1.2 **กลุ่มข้อปล้องยึดตัว** เป็นกลุ่มข้อปล้องที่อยู่ระหว่างรวงข้าวกับกลุ่มข้อปล้องไม่ยึดตัว **กลุ่มข้อปล้องยึดตัวที่เชื่อมต่อกับปล้องไม่ยึดตัวถึงปล้องกึ่งกลางแขนง** รูปร่างของข้อปล้องเป็นรูปทรงกระบอก เป็นกลุ่มข้อปล้องที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ภายในปล้องมีขนาดช่องว่างภายในใหญ่ที่สุด **การหักล้มของต้นข้าว** ขึ้นกับความแข็งแรงของกลุ่มปล้องยึดตัวบริเวณนี้ **ความแข็งแรงของปล้องยึดตัวเกิดจาก** ผิวรอบนอกของปล้องหดตัวเป็นร่องตามแนวยาวของปล้องการประกบซ้อนกันของกาบใบในข้อปล้องที่อยู่ลำดับต่อกันขึ้นมาและการมีชีวิตของกาบใบที่ประกบหุ้มข้อปล้องนั้นๆ

2. **รวงข้าว** เป็นส่วนของลำต้นที่ทำหน้าที่ชูช่อดอกข้าว ข้อปล้องของรวงข้าวเปลือยไม่มีกาบใบและแผ่นใบ รวงข้าวสามารถรับน้ำหนักเมล็ดข้าวสุกแก่สมบูรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อรวง และต้านทานแรงลมที่มีความเร็วลมได้ถึง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3. **ดอกข้าว** ดอกข้าวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ จำนวนดอกข้าวในแต่ละรวงแสดงเป็นสมการ ดังนี้

จำนวนดอกข้าวทั้งหมด = (จำนวนแขนงชุดที่ 1 ของรวง × จำนวนดอกข้าวบนแขนงชุดที่ 1 ของรวง โดยเฉลี่ย) + (จำนวนแขนงชุดที่ 2 ของรวง × จำนวนดอกข้าวบนแขนงชุดที่ 2 ของรวงโดยเฉลี่ย)

$$TS = (Pr_1 \times SPPr_1) + (Pr_2 \times SPPr_2)$$

TS = Total spikelet number

Pr<sub>1</sub> = Primary rachis branch number per panicle

Pr<sub>2</sub> = Secondary rachis branch number per panicle

SPPr<sub>1</sub> = Average spikelet number on primary rachis branch

SPPr<sub>2</sub> = Average spikelet number on secondary rachis branch

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณองค์การ Japan International Cooperation Agency (JICA) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนการวิจัยและวัสดุอุปกรณ์การวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2550). **การแก้ปัญหาข้าววัชพืช โรคและแมลง**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2550). **การเพาะปลูกข้าวเขตทุ่งกุลาร้องไห้**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- De Datta, S. K. (2005). **Principle and Practices of Rice Production**. John Wiley & Sons, Inc, USA.
- FAO. (2007). **Regional Statistic Indicators**. World and ESCAP region.
- Furuya, S. (1987). Growth Diagnosis of Rice Plants by Means of Leaf Color. **JARQ**. 20(3), 147-153.
- Hanada, K. (1982). Differentiation and Development of Tiller Buds in Rice Plants. **JARQ**. 16(2), 79-86.



Hitaka, N. (1994). **Studies on the Lodging of Rice Plants**. Crop Division, Chugokn. Agr. Exp. Sta., Japan.

Ishizaka, Y. (2001). **Physiology of the Rice Plant**. Hokkiado Univ., Japan.

Matsua, T. and K. Hoshikawa. (1993). **Science of the Rice Plant Volume One Morphology**. Min. of Agr., Forest. and Fish., Japan.

Matsushima, S. (1980). **Rice Cultivation for the Million; Diagnosis of Rice Cultivation and Techniques of Yield Increase**. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo.

Matsushima, S. (2005). **A Method for Maximizing Rice Yield on Basis of V-Shaped Rice Cultivation Theory**. Nat. Inst. of Agr. Sci., Japan.

Tanaka, T. (1995). **Regulation of Plant Type and Carbon Assimilation of Rice**. Crop Div., Hokuriku Nat. Agr. Exp. Sta., Japan.

Tsunoda, T. and N. Takhashi. (2003). **Biology of Rice**. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo.

Yoneyama, T. and M. Takebe. (1989). Measurement of Leaf Color Scores and Its Implication to Nitrogen Nutrition of Rice Plants, **JARQ**. 23(2), 86-98.

Yoshida, S. (1981). **Fundamentals of Rice Crop Science**. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.

